

科学推进无性系林业

目前，无性系林业已经在包括我国在内的世界人工林培育中发挥越来越重要的作用，展示了十分广阔的应用前景。

► 康向阳

近半个世纪以来，随着林木育种和无性繁殖技术的进步以及森林工业的发展，无性系林业（Clonal Forestry）已经在包括我国在内的世界人工林培育中发挥越来越重要的作用，展示了十分广阔的应用前景。同时，基于无性系选育为核心的无性系造林和利用中所产生的问题也越发引人关注，理应引起我们足够的重视。

兴起与发展

人类很早就已经认识到树木可以通过无性繁殖进行更新的特性。早在2000多年前，我国就有杨树和柳树扦插造林的记载。但无性系林业是伴随着树木无性繁殖技术的进步和森林工业的发展而兴起的。

20世纪70年代，伴随着植物激

素的使用以及组织培养、体胚诱导、全光喷雾育苗等技术快速发展，并在辐射松、欧洲云杉、落叶松、桉树等众多树种的无性繁殖上取得突破之后，尤其是随着胶合板、纤维板、木浆造纸等世界森林工业发展及其对木材供给要求的提高，人们开始认识到，以森林工业用材培育为目标，一些无性繁殖的树种可以走无性系育种乃至无性系林业的道路。

1973~1983年，国际林联（IUFRO）等在新西兰、瑞典、法国、联邦德国、加拿大等国家连续召开了6次包括无性繁殖和无性系林业专题的大型国际会议，发展无性繁殖与林木育种结合的无性系林业逐渐成为国际共识。

上世纪80年代初，朱之悌、马常耕、王明麻等我国林木育种学界的前辈先后将无性系育种和无性系林业介绍到国内，推进了我国无性系林业的发展。今天，杨树、桉树、杉木、落叶松等树种已经完成多轮次遗传改



康向阳，北京林业大学生物科学与技术学院教授、博士生导师，主要研究方向为林木多倍体育种理论与技术。

良，并将选育出的一批优良品系进一步无性系化，大规模应用于胶合板、纤维板、木浆造纸等短周期工业用材林培育，使人工林木材产量大幅度提高，极大地缓解了我国木材供应短缺的问题。

目前在我国的主要造林树种中，杨树、桉树几乎全部实现无性系造林。其中，杨树人工林 854 万公顷，除近 500 万公顷生态公益林外，年采伐量占国产木材年产量的 18.14%；桉树人工林约 450 万公顷，占全国木材年产量的 26.9%。

优势及特点

无性系林业是借助先进的无性繁殖技术培育和利用优良树木基因资源的社会基础产业和公益事业，包括无性系选育、无性系造林、无性系利用等相关技术活动以及参与和影响的人群等。

因此，一般的无性繁殖和栽培不能称为无性系林业，只有通过选、引、育等方法选育出林木优良无性系，并经过无性繁殖进行扩繁，进而以适当配置和栽培管理措施进行大规模造林以及加工利用时，才能称之为无性系林业。

无性系林业可实现优良植株的定向选育、定向栽培、定向利用，符合森林工业用材生产目标，具有十分突出的发展优势。

其一，无性系品种能够利用群体中遗传增益最为显著的个体，而不是利用种子实生繁殖的群体平均值，是遗传改良的高级途径；其二，

经过遗传测定的优良无性系用于造林，性状整齐一致，利于株行距安排等集约栽培、管理，从而大幅度提高了单位面积的木材产量；其三，以无性系品种为原料时，木材材性等性状稳定一致，利于纸浆等森林工业产品加工工艺的调配等。因此，无性系林业可以实现林木基因资源的高效栽培和加工利用，是林木资源培育利用的高级形式。

通过无性繁殖再生的无性系群体并不涉及基因分离与重组，同一无性系品种具有各分株的遗传组成相同、生活习性以及个体竞争能力相同的特点。当遗传组成完全相同的无性系人工林达到郁闭并开始形成竞争时，难以像天然林那样通过自然稀疏进行林分的自我调整，此时如不能采取人工疏伐措施进行密度调控，林分内各个无性系植株生长势只能“选择”同时衰弱。

因此，笔者提出了无性系人工林群体衰退（Recession of Clonal Plantation）的概念，即在同一无性系品种组成的人工林内，各植株的遗传组成和生活习性相同，随着林龄的增加，林分内各无性系对水分和营养的需求加大，当栽培环境不能满足林分生长需求时，如不能及时采取人工疏伐等措施进行密度调整，林分会因个体竞争能力相似而同时发生各无性系植株生长势衰退、病虫害加剧直至死亡等现象。

20 世纪 90 年代，我国“三北”地区发生导致约 10 年生的杨树人工林全面砍伐焚毁的严重天牛危害。其原因是多方面的，如自然降水减

少、地下水位下降等，但最为突出的应该是无性系人工林群体衰退问题。

由于“三北”地区自然条件恶劣，水养资源贫乏；在“三北”防护林建设中，为增强防护效果、保证造林成活率，一般杨树人工林初植密度较大；而建设后多缺乏管护，且作为生态公益林禁止采伐；随着林龄的增加，人工林内各无性系对水分和营养的需求逐渐加大；而在有限的水养资源供给条件下，因个体竞争能力相同致使林分无法通过自疏加以调节，无可避免地导致杨树人工林群体衰退，潜伏的病虫害借机发生并逐渐加剧直至死亡。

推动发展

近年来，随着近自然林业理论在国内的传播，以及在德国等林业发达国家营林实践成效的显现，诟病无性系林业的声音开始出现，认为引种生长迅速的桉树导致“绿色荒漠”；认为杨树无性繁殖容易老化，甚至提出杨树应该回归种子繁殖等观点。一些地区开始大规模采伐桉树、杨树而改种其他慢生树种，甚至出现政府发文禁止栽培等情况。

有关桉树是“抽水机”的观点已经被证明为不实之说。研究表明，桉树生产 1 公斤干木材的需水量不到 800 升，远低于同地区栽培的其他用材树种，况且桉树的种植地本来就是雨水充沛的南方。

树木无性繁殖的确存在因成熟效应和位置效应产生的老化问题，

但这主要是由于在栽培中不重视无性繁殖材料的幼化及采穗圃建设，错误地采取低成本的以苗繁苗甚至大树采条育苗等不科学繁殖方法所致。如“三北”地区有杨树“小老树”近140万公顷，其形成除了有当地干旱贫瘠的栽培环境等因素影响外，也与20世纪50~70年代直接从小叶杨等杨树的大树采条进行压条育苗甚至直插造林有关。

不言而喻，近自然林业是森林经营的发展方向，其核心思想是在科学合理的人工栽培措施调控下尽可能效法自然，使主要造林树种人工林与其自然演替下的森林林分结构相近似。但是，近自然林业实施是有条件的，并不是任何地区和任何树种都适宜近自然经营。欧洲经营较好的近自然林都位于水土条件较为优越的地区，而且主要造林树种采伐更新周期最低40年，因为营造近自然林的花费更高、早期蓄积量较低，需要在更长的采伐周期依靠自然生长以均摊成本。

从我国的木材供给情况看，2013年，木材消耗总量折合木材将近5亿立方米，而2017年已经超过6亿立方米，是世界第一木材资源消费国。木材对外依赖度近50%，尚未实现森林资源采育平衡和可持续利用。此时如中断短周期的杨树、桉树无性系人工林发展，其后果是难以想象的，因为这意味着要补偿占国产材45%以上的杨树、桉树自产木材的供给缺口，只能是国家解除天然林禁伐，或者冒着木材对外依赖度超过70%的风险，增加20%

以上的木材进口。

因此，在今后相当长的时期内，无性系林业仍将在我木材及其产品生产和生态建设中担负重要角色，是我国木材和生态安全的重要保障。需要特别注意的是，近年来杨树、桉树人工林面积严重缩减，这一问题必将会给我国未来木材供应带来严重影响，但其后果应该在数年以后才会得以显现。

发展建议

为充分发挥无性系林业的优势，有效利用无性系品种的特点，促进我国森林资源培育、林业产业发展和生态环境建设，笔者提出意见和建议如下。

鉴于无性系人工林群体衰退的问题，建议国家针对无性系人工林的特点，修订、完善相关的林业政策和法律法规，将杨树、桉树等无性系林业发展较好的用材或用材和生态兼用树种同经济林树种一样列入木本作物范畴，取消相关树种采伐指标等限制，当采用无性系品种营建的用材林以及防护林等生态公益林达到经济成熟时，及时进行间伐或轮伐更新。在通过采伐获取一定经济收益的同时，防止无性系人工林因个体竞争能力相似而发生群体衰退问题，保证国家有限林地资源的有效利用和生态效益的充分发挥。

无性系选育是选择利用群体中遗传增益最为显著的个体而不是群体平均值，综合利用加性与非加性遗传

效应，是遗传改良的高级途径。建议充分发挥国家和省部林木遗传育种科技平台的作用，加强相关科技平台人才队伍建设以及林木育种科研经费投入，根据不同的利用目的及其栽培环境特点，定向开展优良无性系选育，增加我国林木无性系良种的数量、质量和覆盖度，为特定栽培区域选配高产、优质、高抗等目标性状突出的优良无性系主栽品种，支撑高效的无性系林业发展。

无性系品种在繁殖过程中如采用的技术方法不当，会出现因成熟效应与位置效应累积导致的品种退化问题。为保持品种的优良特性，建议加强重要树种无性繁殖技术标准的制定，约束良种生产必须采取科学的无性繁殖技术和繁育制度，重视及时通过根萌或组培等技术方法对品种繁殖材料进行幼化，保持林木良种采穗圃繁殖材料的幼年性特点，实现优良品种的可持续高效利用。

林木种苗是造林绿化的物质基础，而良种是确保造林绿化质量的根本保障。林木良种基地就是为造林绿化提供优良繁殖材料或种植材料的场所，也是林木可持续育种的平台和种质资源收集保存的场所。建议建立国家重要工程项目良种基地供苗制度，这样可保证国家工程项目种苗品质和来源可追溯，也可以由此推动国家和省部级良种基地建设，充分发挥包括无性系品种在内的林木良种在保障国家木材供给安全、促进林业产业发展以及生态环境建设等方面的重要支撑作用。■

(责编：唐琳)